

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102013261 A

(43) 申请公布日 2011. 04. 13

(21) 申请号 201010277928. 6

(22) 申请日 2010. 09. 08

(30) 优先权数据

09305821. 2 2009. 09. 08 EP

(71) 申请人 汤姆森特许公司

地址 法国伊西莱穆利诺

(72) 发明人 克里斯托弗·费里 盖尔·皮拉德

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 吕晓章

(51) Int. Cl.

G11B 7/24(2006. 01)

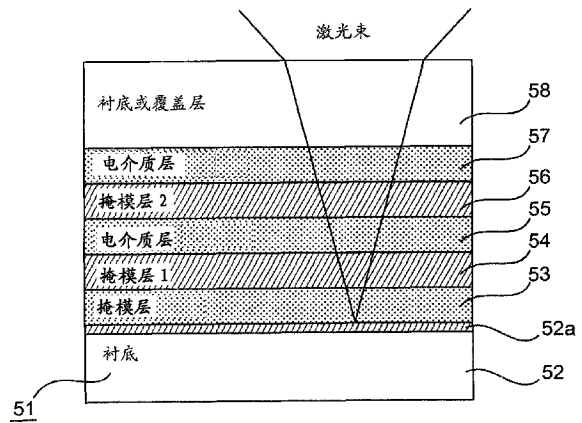
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

光学存储介质

(57) 摘要

本发明提供了一种光学存储介质。该光学存储介质包括：衬底层 (52)；具有凹坑结构的只读数据层 (52a)，设置在衬底层 (52) 上；以及具有超分辨率结构的非线性层 (54, 56)，设置在数据层 (52a) 之上。该超分辨率结构包括半导体材料和电介质材料 (55) 的粒状杂质，其中该半导体材料在用激光束照射时具有增大的反射率，并且其中该电介质材料 (55) 布置为具有 5nm 以下的厚度的电介质层 (55)。电介质材料有利地由布置在第一和第二非线性层 (54, 56) 之间的氮化物材料例如 GeN 的不均匀层构成。



1. 一种光学存储介质，包括：
衬底层 (52)；
具有凹坑结构的只读数据层 (52a)，设置在该衬底层 (52) 上；
覆盖层 (58)；以及
具有超分辨率结构的非线性层，设置在该数据层 (52a) 与该覆盖层 (58) 之间，该超分辨率结构包括半导体材料和电介质材料 (55) 的粒状杂质，
其中该半导体材料在用激光束照射时具有增大的反射率，并且
其中该电介质材料 (55) 布置为具有 5nm 以下的厚度的电介质层 (55)。
2. 如权利要求 1 所述的光学存储介质，其中该非线性层包括：
第一非线性层 (54)，具有超分辨率结构并设置在该数据层 (52a) 之上；
第二非线性层 (56)，具有超分辨率结构并设置在该第一非线性层 (56) 之上，并且其中
该电介质层 (55) 布置为在该第一非线性层 (54) 和该第二非线性层 (56) 之间的厚度不均匀的层 (55)。
3. 如权利要求 2 所述的光学存储介质，包括设置在该衬底层 (52) 与该第一非线性层 (54) 之间的第二电介质层 (53) 以及设置在该覆盖层 (58) 与该第二非线性层 (56) 之间的第三电介质层 (57)。
4. 如权利要求 3 所述的光学存储介质，其中该第一非线性层 (54) 和该第二非线性层 (56) 的每个具有在 10-40nm 范围内的厚度，该第二电介质层 (53) 具有在 40-100nm 范围内的厚度，该第三电介质层 (57) 具有在 20-80nm 范围内的厚度。
5. 如权利要求 2-4 中任一项所述的光学存储介质，其中两个非线性层 (54, 56) 包括相同的半导体材料或者由相同的半导体材料构成。
6. 如权利要求 1 所述的光学存储介质，包括：设置在该数据层 (52a) 与第一非线性层之间或者设置在该数据层 (52a) 与第一和第二非线性层 (54, 56) 之间的第二电介质层 (53)，以及设置在该覆盖层与第一非线性层之间或者设置在该覆盖层与第一和第二非线性层 (54, 56) 之间的第三电介质层 (57)。
7. 如前述权利要求中任一项所述的光学存储介质，其中半导体材料是 III-V 半导体族中的一种，例如为 GaSb 或者带隙为 1eV 以下的诸如 InAs 或 InSb 的 In 合金。
8. 如前述权利要求中任一项所述的光学存储介质，其中该电介质材料 (55) 包括氮化物材料或者由氮化物材料构成，该氮化物材料例如为 GeN。
9. 如前述要求 8 所述的光学存储介质，其中该电介质材料 (55) 包括材料 GeN。
10. 如前述权利要求中任一项所述的光学存储介质，其中该光学存储介质是光盘。

光学存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及一种包括衬底层、数据层和非线性层的光学存储介质，该非线性层具有设置在数据层上的超分辨率结构 (super-resolution structure)。该光学存储介质具体地为具有高数据密度的只读光盘以用于使用蓝光激光二极管的设备。

背景技术

[0002] 光学存储介质是数据以光学可读的方式（例如通过集成在拾取器内的激光器和光检测器）存储于其中的介质。当从存储介质读取数据时，光检测器用于检测激光束的反射光。此外，已知有许多种光学存储介质，它们被以不同的激光波长操作，并且它们具有不同的尺寸以提供从 1 千兆字节以下直到 50 千兆字节 (GB) 的存储容量。格式包括诸如音频 CD 和视频 DVD 的只读格式、诸如 CD-R 和 DVD-R、DVD+R 的一次写入光学介质以及诸如 CD-RW、DVD-RW 和 DVD+RW 的可重写格式。数字数据沿这些介质的一个或多个层中的轨道而存储在这些介质上。

[0003] 目前具有最高数据容量的存储介质是蓝光光盘 (BD)，其允许在双层光盘上的存储容量达到 50GB。为了对蓝光光盘进行读取和写入，使用具有 405nm 的激光波长的光学拾取器。在蓝光光盘上，使用 320nm 的轨道节距以及从 2T 至 8T 和 9T 的标记长度，其中 T 是通道位长度，其对应于 138-160nm 的最小标记长度。可重写的 BD-RE 盘基于包括相变层的相变技术，其使用例如 AgInSbTe 或 GeSbTe 的化合物。关于蓝光光盘系统的其他信息例如可以通过互联网：www.blu-raydisc.com 从蓝光协会获得。

[0004] 与蓝光光盘相比，具有超分辨率结构的新的光学存储介质提供了使光学存储介质的数据密度在一个维度上增大到两倍至四倍的可能性。这可以通过包括非线性层来实现，该非线性层设置于光学存储介质的数据层上，其显著减小了用于从光学存储介质读取或向光学存储介质写入的光斑的有效尺寸。该非线性层可以被理解为掩模层，因为它布置在数据层上，并且对于某些特定的材料而言仅激光束的高强度的中央部分能够穿透该掩模层。此外，半导体材料例如 InSb 可以用作非线性层，其在聚焦激光束的中央部分中显示出较高的反射率，并且其中央反射率依赖于相应数据层的凹坑结构。因此，超分辨率效应允许记录和读取存储在尺寸低于相应光学拾取器的衍射极限的光盘标记中的数据。

[0005] 在 Hyot 等人的文章 “Phase change materials and Super-RENS”，E*PCOS05, Technical Digest, Cambridge, 2005 和 Pinchon 等人的文章 “MultiphysicsSimulation of Super-Resolution BD ROM Optical Disk Readout” 2006IEEE, 0-7803-9494-1/06, PP 206-208 中，提出了半导体非线性层，其中通过光生自由载流子能够获得折射率的局部变化。热的描述被给出，以提供在读取期间有关数据层的温度分布的信息。

[0006] 已经表明，由于微晶结构，InSb 非线性层自身的最优厚度为约 20nm，如 Hyot 等人在 “Super-Resolution ROM disk with a semi-conductive InSb activelayer : influence of the crystalline microstructure”，ISOM Tech.Dig., 2007, p.12 中所描述的。包括一些公差在

内，最优厚度预期在 15 至 25nm 的范围内。对于较厚的 InSb 层，认为当用激光器加热时晶体微结构增加，由此超分辨率效应减小。因此，不能使用较厚的 InSb 层来改善反射率变化。

发明内容

[0007] 光学存储介质包括：衬底层；具有凹坑结构的只读数据层，设置在衬底层上；覆盖层；以及具有超分辨率结构的非线性层，布置在数据层与覆盖层之间，该超分辨率结构包括电介质材料的粒状杂质。非线性层包括作为超分辨率结构的半导体材料，该半导体材料在用激光束照射时具有增大的反射率，电介质材料布置为具有 5nm 以下的厚度的电介质层。

[0008] 例如通过使用具有半导体材料的溅射靶和具有电介质材料的溅射靶并通过同时将这两种材料溅射在数据层上，电介质材料可以与半导体材料一起设置在数据层之上。备选地，在第一个步骤，第一非线性层设置在数据层之上；在下一个步骤，电介质材料作为不均匀的粒状层设置在第一非线性层上；以及在再一个步骤中，第二非线性层设置在电介质层上，其中电介质层的厚度很小以使得电介质层成为第一非线性层与第二非线性层之间的粒状杂质。具体地，电介质层具有 5nm 以下的厚度，该厚度能够通过仅以非常短的处理时间将电介质材料溅射在第一非线性层上来提供。

[0009] 包括在非线性层中的电介质材料的粒状杂质提供了在读取数据时光学存储介质的增强的稳定性，其可以解释为粒状杂质限制了当用激光束照射时非晶半导体材料的晶化。晶化还取决于一个或两个非线性层的厚度。在具有两个非线性层的优选实施例中，第一和第二非线性层的每个具有在 10-40nm 范围内的厚度。

[0010] 该光学存储介质具体地为具有与蓝光光盘类似的外部尺寸的光盘，并且数据层布置为具有凹坑结构的只读数据层。在数据层与一个或两个非线性层之间，有利地分别设置第一和第二电介质层，第二和第三电介质层分别布置在覆盖层和一个或两个非线性层之间。电介质材料有利地包括氮化物材料例如 GeN 或由其构成。

附图说明

[0011] 下面将参照附图以示例的方式更具体地解释本发明的优选实施例，附图示出：

[0012] 图 1 是根据现有技术的具有非线性层的光盘，该非线性层包括超分辨率结构；

[0013] 图 2 是根据图 1 的光盘的依赖于入射激光功率的测试反射率值，该光盘包括 InSb 层作为非线性层；

[0014] 图 3 是对于图 1 的光盘而言抖动值 (jitter value) 随激光功率的变化；

[0015] 图 4 是当从图 1 的光盘读取数据时反射率值随时间的变化；

[0016] 图 5 是根据本发明优选实施例的具有两个非线性层的光盘；以及

[0017] 图 6 是几个反射率测试随时间的变化。

具体实施方式

[0018] 以简化的方式在图 1 的截面图中示出了根据现有技术的包括具有超分辨率结构的非线性层 4 的光学存储介质 1。超分辨率结构例如是超分辨率近场结构

(Super-RENS)。存储介质 1 还包括衬底 2，数据层 3 布置在衬底 2 上，数据层 3 具有只读的压制凹坑结构或者备选地具有用于提供记录的凹槽结构。第一电介质层 5 作为保护层布置在数据层 3 上。此外，反射金属层（在图 1 中未示出），例如铝层，可以布置在电介质层 5 与数据层 3 之间。非线性层 4 也称作掩模层，因为它布置在数据层 3 上方并且对于某些特定的材料而言仅激光束的高强度中央部分能实质上穿透该非线性层 4。光学存储介质 1 例如是具有与蓝光光盘相似的外部尺寸的光盘。

[0019] 光盘存储介质 1 还包括覆盖层 7 以保护存储介质 1，以及布置在覆盖层 7 与非线性层 4 之间的第二电介质层 6。为了读取数据层 3 的数据，由箭头所示的激光束被施加到存储介质 1 的顶部并首先穿透覆盖层 7。第一电介质层 5 和第二电介质层 6 包括例如材料 ZnS-SiO_2 。衬底 2 和覆盖层 7 可以由塑性材料构成，正如 DVD 和 CD 中已知的。在其他的实施例中，当使用超分辨率近场结构时可以省略反射金属层，由于热效应其并不提供透射率的增加，但以其他的超分辨率效应工作。

[0020] 非线性层 4 的超分辨率结构的优选材料例如是 InSb 合金。如图 2 所示，当照射的激光功率增大到 1.6mW 以上时，InSb 作为超分辨率层的光学存储介质的反射率增大。这能够通过从 InSb 的价带到导带的电子跃迁来解释。与金属相比，在导带中具有高的电子密度的半导体对光具有高的反射率。导带中的电子密度能够通过采用用于掺杂半导体的 n 型掺杂材料（例如硒或碲）来进一步增大。

[0021] 对于在适度的激光功率下用作只读光学存储介质的应用，使用 InSb 作为非线性层 4 的光盘表现出了足够高的载波噪声比。但是近来的研究表明，对于包括 InSb 作为超分辨率层的光盘，当在约 5.0m/s 的光盘旋转速度下以 1mW 至 1.9mW 范围内的激光功率读取数据时，光盘的数据结构会被不可逆地损坏。

[0022] 对于 InSb 作为夹在两个电介质层之间的超分辨率层的光盘（如图 1 所示），在图 3 中示出了抖动测试随读取功率的变化。第一曲线 31 涉及这样的测试，其中对于光盘的选定区域读取功率从 0.5mW 连续增大到约 2mW。如曲线 31 所示，直到 1mW 的激光功率，抖动值均保持在约 10% 的值以下，但是然后在 1.5mW 的功率区域中抖动值增大并达到不可容忍的 25%。

[0023] 第二曲线 32 示出对光盘的另一选定区域进行的抖动测试，以约 2mW 的高功率开始并连续地将读取功率减小到约 0.5mW 的值。可以看出，抖动值在一小段时间后迅速增大到约 25% 的值，该 25% 的值对于较小的激光功率仍基本上保持直到约 0.5mW。这清楚地表明，数据结构被较高的激光功率不可逆地损坏了。因此，具有 InSb 作为超分辨率层的光盘不能提供可商业化使用的光学存储介质所必需的足够的长期稳定性。

[0024] 光盘的退化还可以从反射率测试得出，如图 4 所示。曲线 41 示出用 2mW 的激光功率连续读取的单个轨道的反射率测试。对于 InSb 作为非线性层的光盘，该激光功率足以提供超分辨率效应。可以看到，对于约 30 秒的时间 t，反射率 R 保持为较高，但随后连续减小到一反射率值，其在 300 秒之后仅为初始值的约 50%。曲线 42 示出另一轨道的第二反射率测试，示出了类似的结果。

[0025] 为了克服该问题，根据本发明的光学存储介质包括：衬底层；数据层，设置在衬底层上；覆盖层；以及具有超分辨率结构的非线性层，设置在数据层与覆盖层之间。超分辨率结构包括半导体材料以及电介质材料的粒状杂质，当用激光束照射时该半导体

材料具有增大的反射率。非线性层包括当用激光束照射时反射率增大的材料，例如半导体材料。

[0026] 在第一优选实施例中，光学存储介质 51 包括衬底层 52，数据层 52a 布置在衬底层 52 上。数据层 52a 具体地包括凹坑结构以作为只读数据层。具有第一超分辨率结构的第一非线性层 54 和具有第二超分辨率结构的第二非线性层 56 布置在数据层 52a 上以提供用作数据层 52a 的掩模层的功能。第一非线性层 54 和第二非线性层 56 包括当用激光束照射时反射率增大的材料，例如半导体材料。

[0027] 第一电介质层 55 布置在第一非线性层 54 与第二非线性层 56 之间。第一电介质层 55 是超薄层且包括电介质材料，并被布置为第一非线性层 54 和第二非线性层 56 之间的不均匀粒状电介质层。电介质层具有具体地在 5nm 以下的厚度，该厚度能够通过在第一非线性层 54 上仅以非常短的处理时间溅射电介质材料来提供。

[0028] 电介质层 55 的厚度具体地选择为使得无法获得连续的层 55，而是获得这样的层，在该层中 GeN 材料沉积为第一非线性层 54 和第二非线性层 56 之间的不均匀粒状电介质层 55，并且该层可以看作为在第一非线性层 54 和第二非线性层 56 之间提供粒状或颗粒状电介质杂质的层。该超薄电介质层可以以非常短的暴露时间通过溅射工艺来制造。

[0029] 数据层 52a 有利地通过第二电介质层 53 与第一非线性层 54 分隔开，并且第三电介质层 57 布置在第二非线性层 56 之上。覆盖层 58 设置在第三电介质层 57 之上，以保护光学存储介质 51。用于读取或写入数据的激光束从顶部施加，首先穿透覆盖层 58，然后聚焦在数据层 52a 上。

[0030] 非线性层 54、56 具体地包括 III-V 半导体族的半导体材料，例如 GaSb 或具有 1eV 以下的带隙的 In 合金（例如 InAs 或 InSb）。此外，半导体材料可以通过使用 n 型掺杂材料（例如硒和 / 或碲）来掺杂，以增大非线性层 54 和 56 当被激光束照射时的反射率。两个非线性层 54 和 56 具体地包括相同的半导体材料或由相同的半导体材料构成。

[0031] 在优选的设计中，第一非线性层 54 和第二非线性层 56 具有在 10-40nm 范围内的厚度，对于该厚度能够期望得到最优的调制信号。第二电介质层 53 具有例如在 40-100nm 范围内的厚度，第三电介质层 57 具有在 20-80nm 范围内的厚度。光学存储介质具体地为具有带凹坑结构的只读数据层的光盘。

[0032] 在另一优选实施例中，具有超分辨率结构的非线性层设置在数据层 52a 之上，该超分辨率结构包括半导体材料以及电介质材料 55 的粒状杂质，其中半导体材料当用激光束照射时具有增大的反射率。此外，有利地提供设置在数据层与非线性层之间的第一电介质层、覆盖层以及在覆盖层与非线性层之间的第二电介质层。例如通过采用具有半导体材料的溅射靶和具有电介质材料的溅射靶并通过同时将两种材料溅射在数据层上，电介质材料例如与半导体材料一起沉积在数据层上。

[0033] 通过这种光学存储介质，对于长的读取周期能够获得高的反射率值 R，如图 6 所示。曲线 61 示出用 2mW 的激光功率连续读取的单个轨道的反射率 R 的测试，对应于图 4 的曲线 41。

[0034] 曲线 62 是基于包括由很薄的 GeN 层分隔开的两个 InSb 非线性层的光盘的测试，对应于图 5 的光学存储介质 51。对于用于曲线 62 的测试的实施例，第一非线性层 54 和第二非线性层 56 的每个具有 10nm 的厚度，电介质层 55 具有 3nm 的厚度。第二电介质

层 53 具有 70nm 的厚度，第三电介质层 57 具有 50nm 的厚度。

[0035] 此外，曲线 63 示出测试结果，其基于包括两个 InSb 非线性层的光盘，对应于用于曲线 62 的测试的光学存储介质 51，但具有 6nm 的均匀厚度的 GeN 电介质层。测试表明，对于仅仅厚一点的 GeN 层，只获得了低的反射率值。

[0036] 认为设置于两个 InSb 层之间的超薄 GeN 层提供了用作再结晶的籽晶的电介质岛，该再结晶由高激光功率的读取引起。因此，超薄 GeN 层被看作为将 InSb 晶体生长限制到一定颗粒尺寸的杂质。所限制的颗粒尺寸还取决于 InSb 层的厚度，在一个优选实施例中每个 InSb 层具有 10nm 的非常薄的厚度，从而使有源层堆叠的总厚度为约 20-25nm，该有源层堆叠由两个非线性层 54、56 和电介质层 55 构成。

[0037] 因此，插设在两个 InSb 非线性层之间的超薄 GeN 层显著地改善了光盘的读出稳定性。其他的电介质材料，例如其他的氮化物材料，也可以用于电介质层 55。对于材料选择而言实质的限制仅是，电介质材料不应与 InSb 层发生化学反应，并且对于读取光盘的选定轨道时获得的温度区域，扩散率低。因此，当用激光束照射时具有增大的反射率的其他半导体材料也能够用于非线性层 54、56。本发明的光学存储介质具体地不限于与采用 405nm 激光波长的蓝光型拾取器一起使用。本领域技术人员还可以实现本发明的其他实施例，而不背离本发明的范围。因此本发明由权利要求书限定。

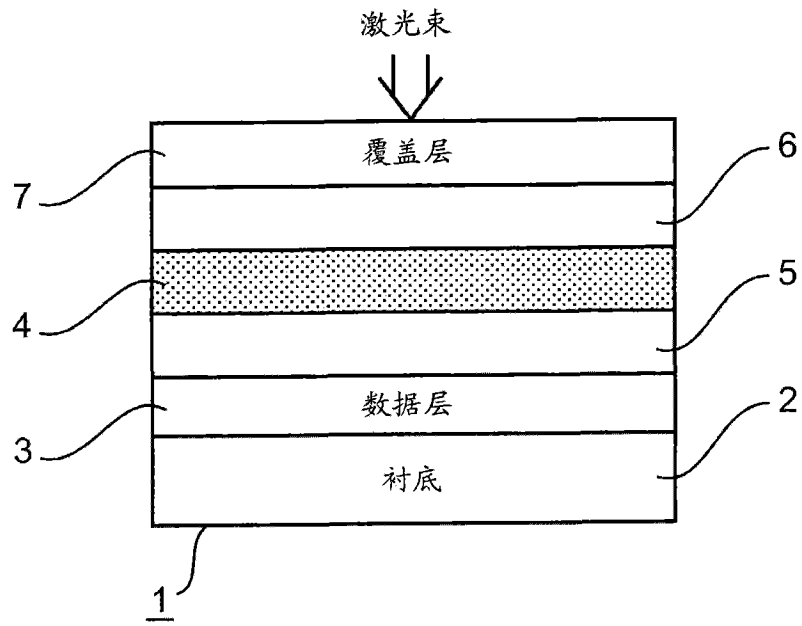


图 1

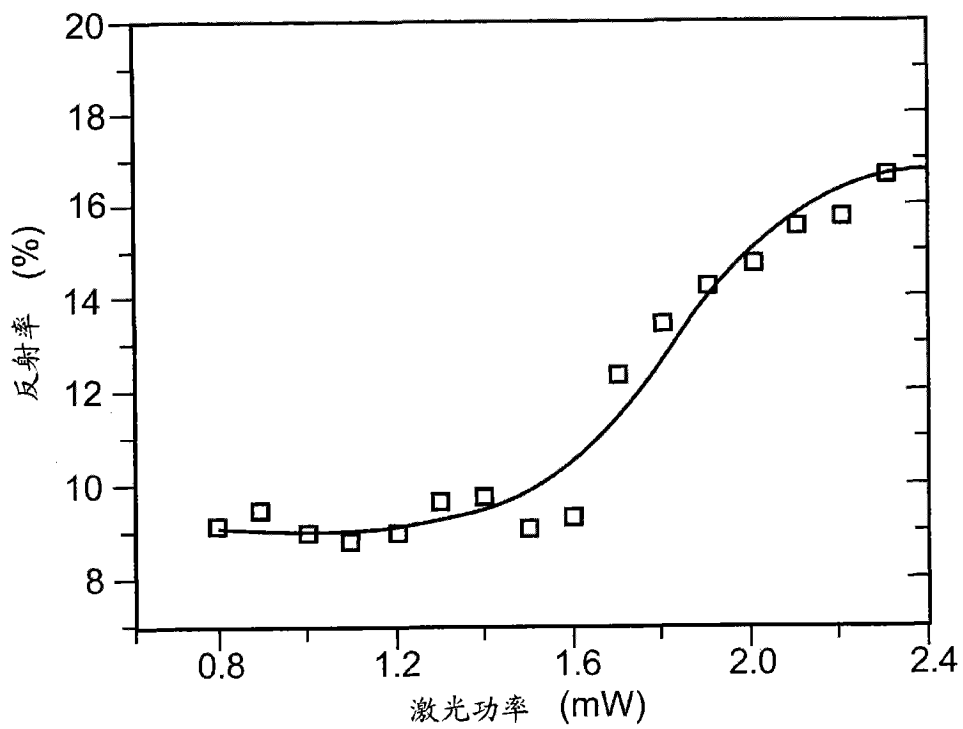


图 2

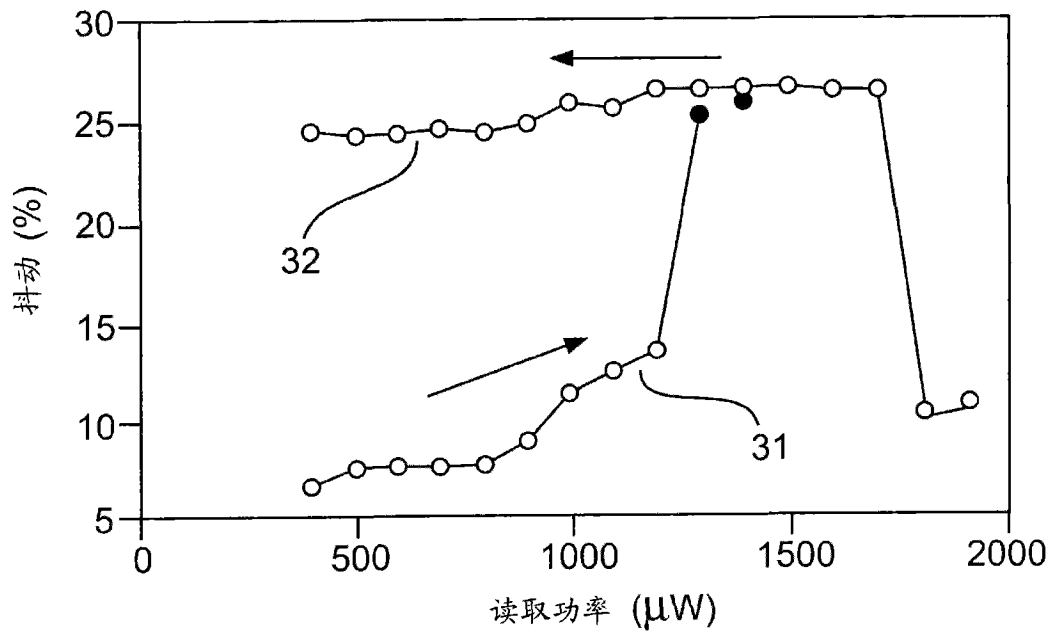


图 3

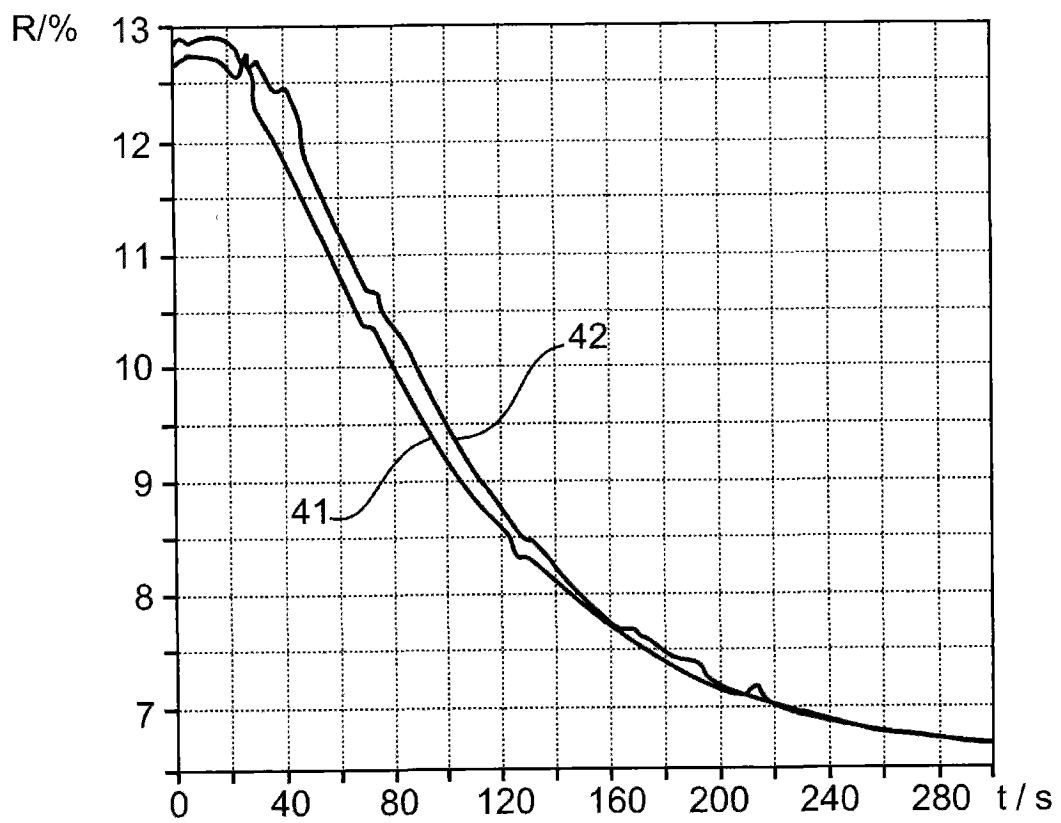


图 4

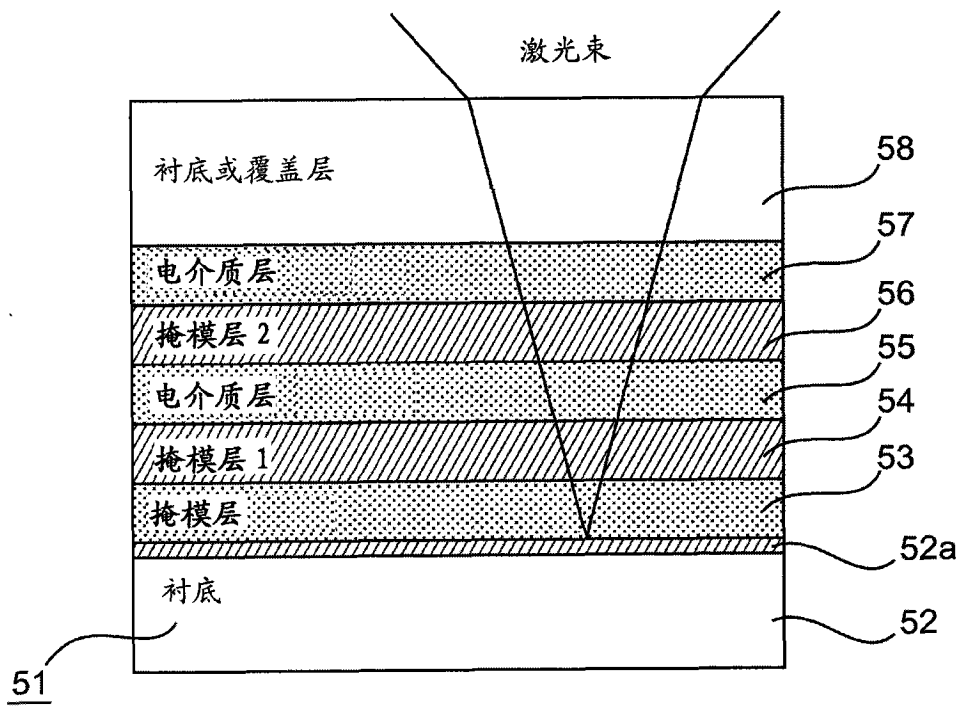


图 5

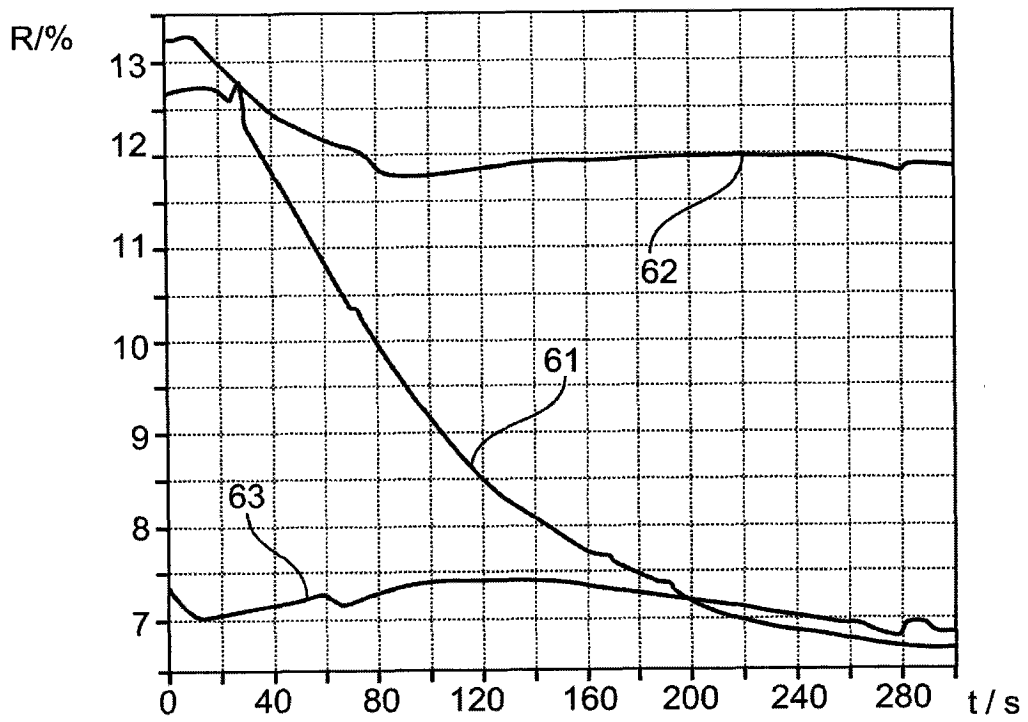


图 6